

研究計画

吉岡礼治

これまでに行ってきた研究をさらに進展させることを目的とする。特に $2d/4d(5d,6d)$ 対応の統一的理解を推し進める。

● 2d-4d 対応

2次元共形場理論と4次元超対称ゲージ理論の間に成り立つとされる、AGT 対応についての研究を行う。この関係は q 変形によって、 $2d/5d$ 対応に持ち上げられ、変形パラメータ q を 1 とする極限において $2d/4d$ 対応が再現される。

2次元側において、量子化された共形場理論を考えると、ゴースト、つまり負のノルムを持つ状態が現れる。これを取り除き、物理的状态を得るためには、Virasoro 拘束条件が課されなければならない。一方、Liouville 型の共形場理論に対する Virasoro 拘束条件が、 β 変形された行列模型において実現される。そこで、 q 変形を実行し、 q 変形された Virasoro 代数に対する拘束条件を実現するような行列模型の確定を目指す。この行列模型を考察することで、ゲージ理論側との対応の理解が深まると期待される。

さらに楕円化という手法により、 $2d/6d$ 対応へと持ち上げることができる。このとき2次元側では、楕円化された Virasoro 代数が現れると期待される。そこで、これまで行ってきた $2d/4d(5d)$ 対応に対する研究に基づき、楕円化による効果を調べたい。

また、この対応の応用として、ある古典極限を考えたとき、 $2d(\text{CFT})$ 側から Gaudin 模型が、 $4d(\text{ゲージ理論})$ 側から Heisenberg 模型と呼ばれる可積分系が現れることが知られている。すなわち、 $2d-4d$ 対応は異なる可積分模型の間にある種の対応が成り立つことを示している。これまで行ってきた $2d-4d(5d)$ 対応の研究をいかし、可積分系の対応の統一的理解を目指す。パラフェルミオン CFT と ALE 空間上のゲージ理論に対する古典極限を考え、得られる可積分系について研究を行う。とくに、お互いの系を記述するスペクトル曲線等の対応を明らかにしたい。

● 行列模型

USp 行列模型は IIB 行列模型に対して超対称性を最大限維持しながら、オリエンティフォールドを行うものである。これまでの研究から、USp 行列模型の固有値に対する有効作用において、時空点間に働く引力によって、4次元時空が出現する事が示唆された。行列模型において、明確な物理的意味を持たないフェルミオンの部分の効果を調べ、ローレンツ対称性の自発的破れを議論する。この研究は4次元時空の安定性に対する研究とも密接に関係する。

この行列模型を記述する USp 代数の起源について、自然な理解が求められる。このため IIB 行列模型から USp 行列模型への移行の物理的プロセスについての議論を行いたい。

上記の研究は USp 行列模型の純粋な時空構造の解明を目指したものである。これらに加えて、この時空上の物質場の振る舞いを調べたい。物質場の導入には、USp 代数の基本表現を理論に加えてやる必要がある。それゆえ、この行列模型では、時空と物質が行列という同じ立場のものから記述される形式になっている。つまり、両者はお互いに密接に関係しあうことになり、その結果、物質が時空構造に影響を与え、またはその逆が引き起こされる。そこで、まずは物質場を含めた上で、固有値分布や分配関数の計算等を行い、時空へのその影響を調べたい。